

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)**

**Санкт-Петербургский техникум железнодорожного транспорта –
структурное подразделение ФГБОУ ВО ПГУПС**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

и контрольные задания

для студентов

заочной формы обучения

по МДК 02.02. Аппаратура для ремонта и наладки устройств
электропитания

ПМ.02. Организация работ по ремонту оборудования электрических
подстанций и сетей

специальность № 13.02.07

Электропитание (по отраслям)
(для железнодорожного транспорта)

Санкт-Петербург
2017

Методические указания составлены в соответствии с требованиями ФГОС СПО к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников СПО по специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) и на основе рабочей программы профессионального модуля ПМ 02. Организация работ по ремонту оборудования электрических подстанций и сетей. Методические указания предназначены для подготовки и выполнения контрольных работ обучающимися по заочной форме обучения.

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании цикловой комиссии специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) Протокол № 11 от 19.05.2017
Председатель _____
Ройзен О.Г.

Методические рекомендации согласованы и зарегистрированы в методическом кабинете.

№ регистрации 3 от 16.06. 2017

Зав.методическим кабинетом

Божук Г.А.

Составители:

Ройзен О.Г.

Рецензенты:

Илларионова А.В.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Рабочая программа междисциплинарного курса	7
2. Перечень вопросов для подготовки к дифференцированному зачету	21
3. Перечень вопросов для подготовки к экзамену (квалификационному)	23
4. Задание на контрольную работу	26
5. Методические указания к выполнению контрольной работы	27
6. Перечень практических занятий по плану заочного отделения	31
7. Перечень рекомендуемой литературы	32

ВВЕДЕНИЕ

Программой междисциплинарного курса **01.02. Аппаратура для ремонта и наладки устройств электроснабжения** в рамках обучения по программе профессионального модуля **02. Организация работ по ремонту оборудования электрических подстанций и сетей** предусматривается освоение профессиональных компетенций:

ПК 2.5. Выполнять проверку и анализ состояния устройств и приборов, используемых при ремонте и наладке оборудования;

ПК 2.6. Производить настройку и регулировку устройств и приборов для ремонта оборудования электрических установок и сетей.

В процессе изучения материала, выполнения практических работ и подготовки контрольной работы обучающиеся осваивают общие компетенции:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес;

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество;

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность;

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития;

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности;

ОК 6. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями;

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий;

ОК 8 Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации;

ОК 9 Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Содержание учебного материала базируется на современных установках и приборах для наладки и ремонта электроустановок, воздушных и кабельных линий, эксплуатируемых в настоящее время на железных дорогах и в энергосетях, с учетом новейших достижений в области цифровых измерительных устройств, может быть полезно при подготовке ремонтного персонала ремонтно-ревизионных участков, а также работников по техническому обслуживанию и ремонту тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств тягового электроснабжения, а также контактной сети железнодорожного транспорта.

Для успешного освоения междисциплинарного курса необходимы теоретические основы, ранее полученные обучающимися при изучении дисциплин «Математика», «Физика», «Инженерная графика», «Электротехника и электроника», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Общий курс железных дорог», «Информационные технологии в профессиональной деятельности», «Материаловедение», междисциплинарных курсов МДК 01.01. Устройство и техническое обслуживание электрических подстанций; МДК 01.02. Устройство и техническое обслуживание сетей электроснабжения; МДК 01.03. Релейная защита и автоматические системы управления устройствами электроснабжения. В дальнейшем развитие освоения компетенций будет продолжено в рамках дипломного проектирования.

В результате изучения междисциплинарного курса обучающийся должен иметь практический опыт: анализа состояния устройств и приборов для ремонта и наладки оборудования, разборки, сборки, регулировки и настройки приборов для ремонта оборудования электроустановок и линий электроснабжения;

уметь: проверять приборы и устройства для ремонта и наладки оборудования электроустановок и выявлять возможные неисправности; настраивать, регулировать устройства и приборы для ремонта оборудования электроустановок и производить при необходимости их разборку и сборку; знать: порядок проверки и анализа состояния устройств и приборов для ремонта и наладки оборудования электроустановок, технологию, принципы и порядок настройки и регулировки устройств и приборов для ремонта оборудования электроустановок и линий электроснабжения.

Весь программный материал междисциплинарного курса сведен в задание контрольной работы, которая выполняется по индивидуальному заданию. Примерные варианты аппаратуры и приборов для индивидуальной проработки приведены в таблице 1. В дополнение к контрольной работе обучающийся должен выполнить презентацию, демонстрирующую практический опыт использования заданного вида аппаратуры, измерительного устройства или прибора при выполнении наладочных, испытательных, диагностических или ремонтных работ. При согласовании варианта индивидуального задания учитывается место работы обучающегося и наличие данного вида аппаратуры в эксплуатации.

После рабочей программы междисциплинарного курса и кратких методических указаний по изучению материала приведен перечень вопросов, рекомендованных для подготовки к дифференцированному зачету и практикоориентированных заданий для подготовки к квалификационному экзамену по профессиональному модулю.

Для закрепления теоретических знаний и приобретения практического опыта в расчетах программой предусмотрены практические занятия.

Практические работы выполняются под руководством преподавателя в сроки, предусмотренные учебным графиком.

1. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА

Раздел 3. Применение аппаратуры для ремонта и наладки устройств электроснабжения

Тема 3.1. Комплектные устройства для наладочных работ

Виды и назначение комплектных устройств. Достоинства и недостатки различных типов устройств. Установки для наладочных работ на электрических подстанциях. Установки для наладочных работ на линиях электропередачи. Переносные установки для наладочных работ на контактной сети.

Методические указания

При ссылке в дальнейшем на литературу указывается ее номер согласно приведенному в конце брошюры перечню литературы. Например, [2].

Для регулирования тока при проведении наладочных и испытательных работ применяются резисторные схемы регулирования, автотрансформаторы, нагрузочные трансформаторы, нагрузочные комплексы со специальными понижающими трансформаторами. Для создания вторичных токов до 10 кА применяются автотрансформаторы, жидкостные реостаты, полупроводниковые регуляторы.

При необходимости регулирования напряжения применяются лабораторные автотрансформаторы. Для регулирования напряжения переменного и постоянного тока используют переменные резисторы, реостаты, включаемые по схеме потенциометра.

Наибольшую сложность при наладочных работах представляет собой процесс регулирования угла сдвига фаз. Для выполнения этой функции может использоваться индукционный регулятор (потенциал-регулятор) – заторможенный асинхронный двигатель с фазным ротором. Возможно изменение угла ступенями, с помощью трехфазного напряжения. Коммутацию напряжений можно осуществить с помощью двух однополюсных переключателей на 4 направления. Такой фазорегулятор дополняется потенциометром или автотрансформатором.

Контроль электрических величин может осуществляться с помощью индикаторов, которые позволяют определить, отличается ли измеренное значение напряжения от 0. Простейшее устройство – "пробник". Автоматизированные пульты – пробники, состоящие из 2 частей – передающей и приемной. Многофункциональный индикатор позволяет проверить наличие напряжения, с указанием фазного и нулевого провода переменного напряжения, исправность электрической цепи, конденсаторов, диодов, транзисторов. Часто используются однофункциональные индикаторы напряжения (индикатор-отвертка). Для контроля электрических величин применяют и высоковольтные указатели напряжения УВН, УН. Для осуществления фазировки применяются следующие виды фазоуказателей: индукционный и статический. В цепях напряжением выше 1000 В проверка соответствия фаз может осуществляться с помощью высоковольтных указателей напряжения. Для силовых кабелей с этой целью применяются пробники или мегаомметры.

Для измерения сопротивления изоляции применяются мегаомметры на напряжение 100, 250, 500, 1000, 2500 В. По принципу действия они подразделяются на индукторные и электронные, с последовательной, логометрической, логарифмической схемами измерения.

Современной промышленностью выпускаются также многофункциональные измерители сопротивления на микропроцессорной основе с возможностью расчета коэффициента абсорбции. Мегаомметры МІС-1000 и МІС-2500 предназначены для измерения сопротивления изоляции путем подачи повышенного напряжения постоянного тока.

Для определения увлажненности изоляции в настоящее время применяются приборы: ПКВ-13, ЕВ-3, ПКВ-7, МЕС-5СА, СА7 100 и многие другие.

Измерение диэлектрических потерь осуществляется приборами МД-16, Р5026, Р595, построенными по схеме моста Шеринга. Существуют также приборы на микропроцессорной основе, например измеритель "Тангенс-2000" и

ВЕКТОР-2.ОМ. Как и все микропроцессорные устройства, они обладают большими функциональными возможностями, сохраняют результаты измерений, но их стоимость в несколько раз выше аналоговых приборов.

В качестве комплектных установки для испытания изоляции повышенным напряжением применяются переносные испытательные установки: РЕТОМ - 2500; аппарат АИД-70М, АИД-70Ц, СКАТ-70, АИСТ 50/70, УКД-70, УИВ, МИУ-60, ИМ-60, фирмы "MEGGER" (до 100 кВ переменного и до 160 кВ постоянного тока), серии PTS (до 200 кВ).

Для испытания кабелей и другого высоковольтного оборудования применяются передвижные испытательные установки: ЛВИ-1 (для испытания электрооборудования подстанций), ЛВИ-2 (ЛВИ-2М) – для испытания кабелей напряжением до 10 кВ, ЛВИ-3 – для проведения полного комплекса испытания оборудования и кабельных линий, передвижная электротехническая лаборатория ЭИЛ 10Т, комбинированная лаборатория высоковольтных испытаний ЛВИ НВИ, лаборатория ЭТЛ-10.

Испытания изоляции кабелей из сшитого полиэтилена осуществляется источниками напряжения сверхнизкой частоты. К ним относятся: высоковольтная испытательная установка НВА, установки VLF, СНЧ-25, СНЧ-60Кп, АВ-60.

В качестве измерителей сопротивления заземления применяются приборы: М 416, Ф4103-М1, цифровые измерители MRU-100, и другие устройства.

К установкам для прожигания изоляции кабеля в месте повреждения относятся:

- установка МКС с генератором звуковой частоты и 2 полупроводниковыми выпрямителями;
- установка КВГ-601, которая позволяет вести прожигание 5 ступенями от трансформаторов. Трехфазное напряжение сети преобразуется в переменное прямоугольной формы частотой 1000 Гц, которое повышается и после выпрямления подается на кабель;

- прожигающая установка УП-7.

Для проверки состояния кабельных линий с помощью неразрушающих методов контроля применяются:

- импульсные искатели повреждений (приборы ИКЛ-5, Р5-1, Р5-1А. Прибор ФОГ-201, СМЕ-110, рефлектометр РЕЙС-105Р, РИ-10М);
- волновые искатели повреждений (электронные микросекундомеры ЭМКС-58МТ, Щ4120, ЦР0200, FOG-311).

Для проверки и наладки релейных защит в основном применяются устройства серии РЕТОМ.

При выполнении наладочных работ на электрических подстанциях используют различные виды испытательных установок, устройств и приборов.

Сопротивление изоляции между каждой обмоткой и корпусом и между обмотками трансформатора измеряют мегомметром на напряжение 2500 В.

Одним из методов измерения влажности обмоток трансформаторов является метод «емкость — время», по которому измеряют прирост емкости (ΔC) к емкости (C), за определенный промежуток времени. Отношение этих величин ($\Delta C/C$) характеризует степень увлажненности изоляции обмоток трансформатора: с увеличением влажности отношение $\Delta C/C$ возрастает. Отношение $\Delta C/C$ измеряют специальным прибором типа ЕВ-3, на трансформаторах, не залитых маслом.

Выполняется измерение емкостей обмоток при различных температурах. Емкость увлажненной изоляции возрастает при повышении температуры значительно быстрее, чем емкость неувлажненной изоляции, поэтому по отношению емкостей обмоток трансформатора, измеренных при различных температурах, можно судить о степени увлажненности их изоляции. Емкость измеряют на трансформаторе, залитом маслом, при помощи моста переменного тока типа МД-16, а при его отсутствии для трансформаторов мощностью менее 10 МВА, напряжением до 35 кВ методом амперметр-вольтметра.

Степень увлажнения обмоток трансформатора может быть также определена путем измерения их емкости при различных частотах (метод емкость —

частота). Емкость обмоток измеряют при частоте 50 Гц (С50) и при частоте 2 Гц (Сг) специальным прибором контроля влажности типа ПКВ на трансформаторе, залитом маслом, между каждой обмоткой и корпусом при заземленных свободных обмотках.

Измерение тангенса угла диэлектрических потерь ($\text{tg}\delta$). Увлажнение изоляции обмоток трансформатора, а также ряд других дефектов ведут к увеличению диэлектрических потерь и, как следствие этого, к увеличению тангенса угла диэлектрических потерь ($\text{tg}\delta$). Измерение $\text{tg}\delta$ производят мостом переменного тока типа МД-16. Обычно применяется так называемая «перевернутая» схема моста, позволяющая производить измерения без снятия вводов с трансформатора.

Отбор пробы масла. Пробу масла отбирают из нижней части бака при температуре отбираемого масла не ниже $+5^{\circ}\text{C}$. Посуда, в которую отбирается проба, должна быть чистой и хорошо высушенной. Отобранное масло подвергают сокращенному лабораторному анализу на отсутствие влаги, содержание механических примесей, реакцию водной вытяжки и определение кислотного числа. Помимо этого, определяют электрическую прочность масла на аппаратах типа АМИ-60 или АИИ-70 в стандартном разряднике.

Трансформаторы малой мощности испытывают повышенным переменным напряжением промышленной частоты при помощи аппарата типа АИИ-70, а трансформаторы большей мощности — при помощи специального испытательного трансформатора.

Измерение сопротивления обмоток трансформатора постоянному току производится с целью выявления обрывов обмотки и ответвлений, плохих контактов, нарушения паяк и обнаружения витковых замыканий в катушках. Сопротивление обмоток измеряют мостовым методом или методом падения напряжения. Сопротивления величиной до 1 Ом измеряют двойным мостом типа МД-6 либо мостом типа Р-316, пригодным также для измерения сопротивления величиной более 1 Ом.

Проверка группы соединения обмоток может быть произведена несколькими методами:

- Метод фазометра. Во избежание возможных ошибок при измерениях лучше пользоваться фазометром с четырехквadrантной шкалой типа Э-500.
- Метод импульсов постоянного тока. Определение группы соединения обмоток трансформаторов этим методом производится при помощи гальванометра с нулем посередине шкалы или магнитоэлектрического вольтметра.

Измерением переходного сопротивления контактов выключателя проверяют их надежность. Повышенное переходное сопротивление может привести в эксплуатации к перегреву контактов, их оплавлению и выходу выключателя из строя. Переходное сопротивление можно измерять микроомметром типа М-246, мостом типа Р-316, двойным мостом типа МД-6 или методом амперметра-вольтметра на постоянном токе. В двух последних случаях в качестве источника тока используют аккумулятор или сухую батарею.

Сопротивление заземлителя может быть измерено различными методами — мостовым, компенсационным, амперметром-вольтметром и т.д. Наиболее распространенным является метод измерения при помощи специального измерителя заземления типа МС-07. Прибор имеет три предела измерения от 0,1 до 10 Ом; от 1 до 100 Ом и от 10 до 1000 Ом.

При наладочных работах на линиях электропередачи, в частности, при диагностике мачт, опор и фундаментов, применяются приборы ультразвукового контроля: УК-1401 и УК14ПМ.

УК1401 предназначен для измерений времени и скорости распространения продольных ультразвуковых волн в твердых материалах при поверхностном прозвучивании на фиксированной базе с целью определения прочности и целостности материалов и конструкций.

Бетоноскоп УК-14ПМ позволяет: определять прочность бетона в сборных и монолитных бетонных и железобетонных изделиях и конструкциях по корреляционным зависимостям, связывающим скорость распространения

ультразвуковых колебаний с прочностью бетона в диапазоне от 10 до 50 МПа с погрешностью, не превышающей 12%.

Для измерения сопротивления заземления мачт применяются мегаомметры М1101 на 500 В и МС-07 или МС-08; контроль толщины слоя бетона опоры осуществляется измерителем защитного слоя бетона ИЗС-10Н, который позволяет также выявить наличие арматуры в железобетонных конструкциях.

Диагностика кабелей включает следующие работы:

- проверка сопротивления изоляции мегаомметром на 2500 В;
- испытание повышенным напряжением с помощью передвижных автолабораторий.

К диагностике фарфоровых изоляторов относится проверка распределения напряжения универсальной измерительной штангой ШИ-35/110 кВ. Измерительные штанги используются для контроля состояния многоэлементной изоляции ВЛ и ОРУ, измерения емкостных токов в конденсаторных батареях 6—10 кВ, определения тока проводимости или распределения напряжения по элементам вентильных разрядников.

В настоящее время существуют различные виды технической диагностики изоляторов, контактные (сопротивление изоляции, ультразвуковой – требующие отключение объектов контроля, либо трудоемкие – измерение напряжения по изоляторам измерительной штангой) и бесконтактные-дистанционные (акустический, ультрафиолетовый, тепловой) – не требующие отключений. Последние - ультразвуковой и инфракрасный методы (в отличие от акустического метода), позволяют не только определить направление поиска дефекта, но и точно визуализировать место дефекта.

На сегодняшний день все электрифицированные железные дороги России 27,5 кВ переменного тока, используют в составе ВИКС ультрафиолетовые камеры для диагностики подвесной изоляции контактной сети и тепловизоры для оценки теплового состояния контактных соединений. За последние годы на мировом рынке приборов неразрушающего контроля появились новейшие мобильные двух- и трехспектральные дефектоскопы «CoroCAM» и

«MultiCAM». Их основное отличие от камер более раннего поколения типа «DayCor», заключается в повышенной чувствительности, увеличенных углах поля зрения, наличии современных цифровых интерфейсах. Малый вес и эргономичность приборов «CoroCAM» и «MultiCAM», позволяет оператору комфортно работать в течение рабочего дня.

Переносные установки для проверки состояния контактной сети устанавливаются на вагоне-лаборатории ВИКС и включают в себя следующую аппаратуру:

1. Две телевизионные дальнометрические системы с двумя линейными телекамерами каждая, продольные оси которых параллельны продольной оси вагона и отстают от последней на ± 1200 мм

В данных системах используется подвеска фиксаторов полупроводниковым лазером инфракрасного диапазона.

Средством измерения является стереотелевизионная система (СТВС), использующая три цифровые линейные телекамеры с электронными диафрагмами и встроенными сигнальными микропроцессорами.

Телекамеры защищены от воздействия внешней среды вращающимися иллюминаторами, а в нерабочем положении – герметичной заслонкой с гидроприводом изнутри вагона.

2. Фиксация подхватов отходящих ветвей дополнительных фиксаторов осуществляется контактными датчиками с двумя разновысокими гибкими касателями и оптоволоконной линией передачи сигналов касания. Наличие на датчике двух касателей позволяет определить пределы высоты нахождения провода относительно полоза токоприемника. Общее количество датчиков - четыре.

3. Система «ИЗНОС» предназначена для бесконтактного измерения профиля изношенной части КП (при количестве проводов от одного до четырех) одновременно с последующим вычислением остаточной высоты или площади изношенной части его сечения, определения дефектов подвески (перевороты провода, возвышение одного провода относительно другого, наклон зажимов и

т.д.) и измерения положения провода относительно оси токоприемника (зигзаг). «ИЗНОС» сохраняет возможность оценки износа при его сложной конфигурации (две площадки износа, наклонный износ и т.п.).

Суть работы быстродействующей системы заключается в подсветке КП плоским лучом лазерного осветителя и приеме отраженного сигнала телевизионными камерами. При попадании контактного провода в веерный луч света на его поверхности образуется видимая линия пересечения с плоскостью, в которой лежит луч. Эта линия и выделяется системой обработки из полученного изображения текущего кадра телекамеры. Форма фиксируемой линии слабо зависит от наклона КП и определяется в основном его износом. В ходе обработки полученных данных вычисляется степень износа КП и формируется ведомость обнаруженных отклонений. Возможно также формирование сечения контактного провода и отображение его 3D-модели.

4. Комплекс видеоконтроля предназначен для визуальной диагностики. Он позволяет контролировать состояние и диагностировать места подключения защитного заземления на рельс, выполненного с нарушением правил; положение компенсирующих устройств с целью выявления мест их неправильной работы; анализировать состояние других элементов контактной сети.

Камеры системы контроля состояния компенсирующих устройств и осветители располагаются на обоих бортах вагона в двух направлениях, что обеспечивает полный осмотр арматуры в процессе проезда. Камеры контроля состояния заземляющих устройств и осветители располагаются под кузовом вагона и обеспечивают работоспособность системы в любое время суток на скоростях до 160 км/ч для обычного вагона и до 350–400 км/ч для скоростного подвижного состава.

Целью проведения практических занятий - "Изучение комплектной установки для наладочных работ на электрической подстанции", "Изучение комплектной установки для наладочных работ на линиях электропередачи", "Настройка и регулировка переносных установок для наладочных работ" -

является формирование профессиональных компетенций, закрепление знаний в области комплектных установок для наладочных работ путем практического изучения конструкции и принципа действия прогрузочных устройств, аппаратов испытания диэлектриков, устройств тепловизионного контроля, контроля опор и параметров контактной сети, установок для наладочных работ по релейной защите, составления алгоритмов действия устройств, а также закрепление умений в настройке и регулировке комплектных установок.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие параметры можно задавать с помощью панели управления прогрузочного устройства ПРУС?
2. В чем преимущество модифицированного устройства ПРУС?
3. Какие параметры можно задавать при проведении испытаний с помощью прогрузочного устройства?
4. Какие параметры можно задавать с помощью испытательной установки АИД-70?
5. С какой целью проводят высоковольтные испытания?
6. Меры безопасности при проведении высоковольтных испытаний?
7. Какие дефекты можно выявить с помощью тепловизионного обследования?
8. Какие подразделения дистанции электроснабжения оснащаются тепловизорами?
9. Какие виды подстанционного оборудования и элементы ВЛ следует подвергать тепловизионному обследованию?
10. Какие дефекты можно выявить с помощью ультразвукового контроля опор?
11. Какие параметры позволяет определить устройство «ТЕЛЕКС-2»?
12. В каких подразделениях дистанции электроснабжения используются устройства ультразвукового контроля опор?
13. Какие типы реле можно проверять с помощью РЕТОМ-41?
14. Какие характеристики реле РЕТОМ определяет автоматически?

15. В какой последовательности производят настройку РЕТОМ?

Тема 3.2. Приборы для наладочных работ

Виды и назначение приборов для наладочных работ. Высоковольтные испытательные аппараты. Виды, назначение, устройство, порядок применения при ремонтах и наладочных работах. Приборы контроля напряжения. Виды, назначение, устройство, порядок применения. Устройства регулирования тока и напряжения при наладочных работах. Приборы для измерения сопротивления изоляции. Виды, назначение, устройство, порядок применения. Техника безопасности при выполнении наладочных работ.

Методические указания

Измерительные приборы, показания которых являются непрерывной функцией измеряемой величины, называются аналоговыми. Цифровые приборы преобразуют непрерывную входную величину в дискретные сигналы, а измерительная информация представляется в числовой форме на цифровом индикаторе. В состав цифрового прибора всегда входят АЦП преобразователь и цифровое отсчетное устройство.

В наладочной практике широко применяются цифровые вольтметры, частотомеры, омметры, мультиметры, регистрирующие приборы. Цифровые индикаторы приборов отражают значение измеряемой величины в десятичной системе исчисления.

Примерами цифровых измерительных приборов являются: вольтамперфазометры, измерители параметров высоковольтной изоляции, измерители сопротивления электроизоляции, клещи электроизмерительные, мультиметры, тестеры, микроомметры, миллиомметры, омметры, приборы электроизмерительные многофункциональные, приборы для поиска повреждений, приборы для контроля состояния заземляющих устройств, приборы для измерения параметров петли КЗ, приборы контроля высоковольтных выключателей, приборы контроля силовых трансформаторов,

приборы для измерения показателей качества электрической энергии, приборы контроля состояния изоляторов.

К источникам испытательного напряжения промышленной частоты относятся: испытательные трансформаторы (с изоляционным корпусом, с металлическим корпусом и одним выводом, с металлическим корпусом и двумя выводами); каскады трансформаторов; резонансные схемы. Для создания постоянного испытательного напряжения используются: выпрямители, каскадные схемы, электростатические генераторы. Источниками импульсных напряжений являются генераторы грозовых импульсных напряжений или коммутационных перенапряжений, применяются также генераторы импульсных токов. Они бывают емкостными, индуктивными, механическими, химическими, могут сочетать в себе несколько видов. Для измерения высоких постоянных напряжений используются шаровые разрядники, электростатические вольтметры, а также добавочные резисторы, к которым подключаются измерительные приборы. Переменные напряжения можно контролировать также с помощью шаровых разрядников, для подключения измерительных приборов используются емкостные делители напряжения и измерительные трансформаторы напряжения.

Мегаомметры ЭС0210, ЭС0210-Г предназначены для измерения сопротивления изоляции электрических цепей, не находящихся под напряжением и измерения действующего значения переменного или величины постоянного напряжения на измеряемом объекте. Мегомметры обеспечивают разряд ёмкости объекта после проведения измерений.

Правила охраны труда при работе с мегаомметром

Измерения мегаомметром в процессе эксплуатации разрешается выполнять обученным работникам из числа электротехнического персонала. В электроустановках напряжением выше 1000 В измерения производят по наряду, в электроустановках напряжением до 1000 В или во вторичных цепях – по

распоряжению или по перечню работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации

Разрешается измерение мегаомметром сопротивления изоляции электрооборудования выше 1000В, включаемого в работу после ремонта, выполнять по распоряжению 2 работникам (оперативный персонал с 4 и 3 гр) при условии выполнения технических мероприятий, обеспечивающих безопасность работ со снятием напряжения.

Измерение сопротивления изоляции мегаомметром должно осуществляться на *отключенных токоведущих частях*, с которых снят заряд путем предварительного их заземления. Заземление с токоведущих частей следует снимать только после подключения мегаомметра.

При работе с мегаомметром прикасаться к токоведущим частям, к которым он присоединен, не разрешается. После окончания работы следует снять с токоведущих частей *остаточный заряд* путем их кратковременного заземления.

Целью проведения практических занятий - "Изучение конструкции высоковольтной испытательной установки"; «Изучение конструкции приборов контроля напряжения», "Изучение конструкции приборов для измерения сопротивления изоляции", "Изучение конструкции приборов для регулирования напряжения", "Проверка исправности приборов для наладочных работ", "Оформление технической документации при проверке приборов" - является формирование профессиональных компетенций, закрепление знаний и умений в области применения высоковольтных испытательных установок, конструкции, принципа действия, проверки исправности и правил безопасного применения измерительных приборов путем практического изучения конструкции и принципа действия стационарной испытательной установки, приборов контроля напряжения, мегаомметров, автотрансформаторов, методов поверки приборов и способов устранения неисправностей, проверки

реализации правил охраны труда при проведении высоковольтных испытаний, оформления бланков свидетельств при поверке приборов.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие виды заземлений используются в высоковольтной испытательной установке?
2. Каким образом обеспечивается безопасность персонала во время высоковольтных испытаний?
3. Какой аппарат срабатывает в случае пробоя испытываемой изоляции?
4. Какие виды УВН применяются в электроустановках?
5. Каким образом проверяется исправность УВН перед использованием?
6. На чем основан принцип действия бесконтактного УВН?
7. Какой принцип производства измерений заложен в работе изученного мегаомметра?
8. Каким образом следует подключать мегаомметр к испытываемой изоляции?
9. Что следует выполнять после окончания работы с мегаомметром?
10. На каком явлении основан принцип работы регулировочного трансформатора?
11. Каким образом следует подбирать устройство для проведения испытаний?
12. Что следует выполнять после окончания работы с ЛАТРом?
13. С какой целью определяется удельное сопротивление грунта?
14. Какие внешние проявления могут свидетельствовать об обрыве цепи питания прибора М-416?
15. Какие внешние проявления могут свидетельствовать о внутреннем коротком замыкании в приборе М-416?
16. С какой целью выполняется поверка приборов?
17. Что подразумевает понятие «эталон»?
18. Что может являться причиной отрицательных результатов поверки?

2. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМУ ЗАЧЕТУ

1. Приведите алгоритм проверки работы испытательной установки АИД-70М.
2. Укажите, какие параметры можно задавать с помощью испытательной установки АИД-70М.
3. Приведите алгоритм проведения испытаний с помощью испытательной установки АИД-70М.
4. Поясните порядок сборки и разборки испытательной схемы, меры безопасности при производстве высоковольтных испытаний с помощью испытательной установки АИД-70М.
5. Укажите, какие параметры можно задавать с помощью панели управления прогрузочной установки ПРУС.
6. Приведите алгоритм определения статической уставки быстродействующего выключателя с помощью ПРУС.
7. Приведите параметры, которые устанавливаются при проведении испытаний РДШ с помощью прогрузочного устройства ПРУС.
8. Составьте алгоритм работы испытательной установки ПРУС при проведении испытания на динамическое срабатывание.
9. Приведите принцип действия тепловизора, условия его эксплуатации.
10. Перечислите интерфейсные выходы тепловизора, укажите способы передачи информации о результатах тепловизионного обследования.
11. Приведите краткий алгоритм работы тепловизора при проведении обследования.
12. Поясните, какие дефекты можно выявить с помощью тепловизионного обследования.
13. Приведите особенности конструкции и поясните принцип работы ультразвукового тестера УК1401М.
14. Перечислите порядок действий при работе с ультразвуковым тестером.
15. Приведите назначение и основные элементы конструкции устройства «ТЕЛЕКС-2».

16. Поясните принцип работы устройства «ТЕЛЕКС-2» при определении положения контактного провода.
17. Приведите назначение и функциональные возможности устройства РЕТОМ-41М.
18. Перечислите этапы настройки РЕТОМ-41М.
19. Укажите назначение основных элементов передней панели РЕТОМ-41М.
20. Приведите алгоритм работы РЕТОМ-41М при проверке времени срабатывания и возврата реле.
21. Поясните структурную схему испытательной части РЕТОМ-41М.
22. Приведите алгоритм работы РЕТОМ-41М при настройке и регулировке токов и напряжений для проверки работы реле.
23. Укажите основные элементы стационарной высоковольтной испытательной установки.
24. Перечислите меры безопасности при проведении высоковольтных испытаний на стационарных установках.
25. Приведите порядок подачи и регулировки напряжения при проведении работ на стационарных высоковольтных испытательных установках.
26. Укажите порядок заземления элементов конструкции стационарных высоковольтных испытательных установок.
27. Укажите виды, основные элементы конструкции и принцип действия приборов контроля напряжения в установках напряжением выше 1000 В.
28. Приведите порядок проверки приборов контроля напряжения, меры безопасности при их использовании.
29. Приведите назначение, устройство и принцип действия измерителя сопротивления заземления М 416.
30. Приведите алгоритм работы прибора М 416 при измерении сопротивления заземляющего устройства.
31. Поясните схему и порядок поверки измерителя сопротивления М416.
32. Приведите алгоритм работы прибора М416 при определении удельного сопротивления грунта.

33. Приведите назначение, устройство и принцип действия мегаомметров серии ЭС0210.
34. Укажите порядок работы с мегаомметром при измерении сопротивления изоляции, меры безопасности при производстве работы.
35. Приведите назначение, устройство и принцип действия приборного комплекса контроля опор контактной сети «ПК-2».
36. Укажите порядок работы с прибором «ПК-2» при измерении электрического сопротивления опоры, меры безопасности при производстве работы.
37. Поясните схему и порядок поверки (калибровки) прибора «ПК-2».
38. Укажите порядок работы с прибором «ПК-2» при измерении напряжений потенциальной диаграммы, меры безопасности при производстве работы.
39. Приведите методику поверки (калибровки) приборов измерения сопротивления изоляции, укажите, как определяются относительные погрешности измерений.
40. Укажите порядок работы с прибором «ПК-2» при измерении напряжения пробоя защитных устройств, меры безопасности при производстве работы.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ
(КВАЛИФИКАЦИОННОМУ) ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ
ПМ 01 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОДСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ

1. Определите порядок и правила безопасного применения установок и приборов, используемых при *испытании изоляции распределительных устройств повышенным напряжением промышленной частоты*.
2. Определите порядок и правила безопасного применения приборов, используемых при *измерении сопротивления заземляющего устройства*.
3. Определите порядок и правила безопасного применения приборов, используемых при *измерении сопротивления обмоток трансформатора*.

4. Определите порядок и правила безопасного применения приборов, используемых при измерении сопротивления изоляции обмоток трансформатора напряжения НКФ-110.
5. Определите порядок и правила безопасного применения приборов, используемых при замерах плотности электролита аккумуляторной батареи.
6. Определите порядок и правила безопасного применения приборов, используемых при проверке сопротивления изоляции трансформатора собственных нужд.
7. Определите порядок и правила безопасного применения приборов, используемых при измерении сопротивления изоляции конденсаторов и обмоток реактора компенсирующего устройства.
8. Определите порядок и правила безопасного применения приборов, используемых при испытании трансформаторного масла из бака трансформатора.
9. Определите порядок и правила безопасного применения приборов, используемых при измерении сопротивления изоляции быстродействующего выключателя.
10. Определите порядок и правила безопасного применения приборов, используемых при проверке сопротивления изоляции обмоток тягового трансформатора.
11. Определите порядок и правила безопасного применения приборов, используемых при проверке работы газовой защиты тягового трансформатора.
12. Определите порядок и правила безопасного применения приборов, используемых при хроматографическом анализе.
13. Определите порядок и правила безопасного применения приборов, используемых при проверке работы устройств релейной защиты.

14. Определите порядок и правила безопасного применения установок и приборов, используемых при *испытании напряжением промышленной частоты выключателей переменного тока*.
15. Определите порядок и правила безопасного применения установок и приборов, используемых при *прогрузке быстродействующего выключателя ВАБ-43 прямым током*.
16. Определите порядок и правила безопасного применения установок приборов, используемых при *проверке сопротивления изоляции разъединителей*.
17. Определите порядок и правила безопасного применения установок и приборов, используемых при *проверке уставок быстродействующего выключателя и датчиков тока прямым током*.
18. Определите порядок и правила безопасного применения установок и приборов, используемых при *калибровке реле РДШ*.
19. Определите порядок и правила безопасного применения установок и приборов, используемых при *испытании изоляции быстродействующего выключателя повышенным напряжением промышленной частоты*.
20. Определите порядок и правила безопасного применения установок и приборов, используемых при *проверке сопротивления изоляции выключателя переменного тока напряжением 110 кВ*.
21. Определите порядок и правила безопасного применения установок и приборов, используемых при *испытании напряжением промышленной частоты конденсаторов сглаживающего устройства*.
22. Определите порядок и правила безопасного применения установок и приборов, используемых при *проверке сопротивления изоляции сглаживающего устройства*.
23. Определите порядок и правила безопасного применения установок и приборов, используемых при *проверке механизма регулировки напряжения понижающего трансформатора*.

24. Определите порядок и правила безопасного применения установок и приборов, используемых при *измерении сопротивления изоляции обмоток трансформатора тока на напряжение 110 кВ.*
25. Определите порядок и правила безопасного применения установок и приборов, используемых при *проверке сопротивления изоляции обмоток трансформатора тока на напряжение 35 кВ.*

4. ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

Таблица 1- Примерные варианты аппаратуры и приборов

Вариант	Номера вопросов и задач
1	Испытательная установка АИД-70
2	Прогрузочное устройство ПРУС
3	Испытательная штанга
4	Прибор для проверки защитного слоя бетона
5	Мегаомметры
6	Тепловизор
7	РЕТОМ
8	Прибор «Даль»
9	Кенотрон
10	Измерительное устройство «ТЕЛЕКС-2»
11	Пирометр
12	Прибор измерения сопротивления контура заземления
13	Мини-ВИКС
14	Оборудование передвижных лабораторий
15	Люксометр
16	Тестер ультразвуковой
17	Измеритель неоднородностей линий
18	Устройства для испытания трансформаторного масла
19	Прибор контроля опор
20	Измерители тангенса угла диэлектрических потерь

Задание на контрольную работу

1. Приведите назначение, технические характеристики, функциональные возможности заданного преподавателем прибора или установки для наладки и ремонта оборудования электрических подстанций и сетей.
2. Опишите конструкцию и принцип действия оборудования.
3. Составьте алгоритм проведения измерительных или наладочных работ с указанием необходимых защитных средств, инструментов и приспособлений.
4. Приведите меры безопасности при работе с устройством.
5. Укажите возможные неисправности рассматриваемого прибора или установки и способы их устранения.
6. Приведите сроки и порядок поверки (калибровки) заданного прибора (если такие требования указаны в паспорте (руководстве по эксплуатации)).
7. Подготовьте электронные материалы по практическому применению заданного вида аппаратуры. Электронные материалы (презентация) должны содержать иллюстрации внешнего вида прибора или установки, наглядно демонстрирующие особенности его конструкции и режимов работы; этапы практического применения при производстве ремонтных и наладочных работ.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа выполняется в тетрадях в клетку, формата А5. Текст ответа должен быть выполнен аккуратно, ручкой одного цвета, иллюстрации выполняются карандашом.

При проработке задания контрольной работы рекомендуется предварительно ознакомиться с руководством по эксплуатации заданного вида аппаратуры и прибора. Руководство по эксплуатации изучается на производстве. При составлении ответа на задание контрольной работы следует

ориентироваться на приведенные выше этапы выполнения. Алгоритм производства наладочных и испытательных работ выполняется в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации, с использованием требований выполнения технологических операций указанных в нормативной документации (технологических картах).

Меры безопасности при выполнении наладочных, измерительных и испытательных работ определяются в четком соответствии с Правилами охраны труда и другими требованиями, указанными в отраслевых правилах и инструкциях, локальных нормативных актах.

Методические рекомендации по выполнению презентаций

Общие требования к презентации:

1. Презентация не должна быть меньше 10 слайдов.
2. Первый лист – это титульный лист, на котором обязательно должны быть представлены: название проекта; фамилия, имя, отчество автора;
3. Следующим слайдом должно быть содержание, где представлены основные этапы (моменты) презентации. Желательно, чтобы из содержания по гиперссылке можно перейти на необходимую страницу и вернуться вновь на содержание.
4. Дизайн - эргономические требования: сочетаемость цветов, ограниченное количество объектов на слайде, цвет текста.
5. В презентации необходимы импортированные объекты из существующих цифровых образовательных ресурсов.
6. Последними слайдами презентации должны быть глоссарий и список литературы.

Создание презентации состоит из трех этапов:

I. Планирование презентации – это многошаговая процедура.

Планирование презентации включает в себя:

1. Определение целей.
2. Сбор информации по заданной теме.

3. Определение основной идеи презентации.
4. Подбор дополнительной информации.
5. Планирование выступления.
6. Создание структуры презентации.
7. Проверка логики подачи материала.
8. Подготовка заключения.

II. Разработка презентации – методологические особенности подготовки слайдов презентации, включая вертикальную и горизонтальную логику, содержание и соотношение текстовой и графической информации.

III. Репетиция презентации – это проверка и отладка созданной презентации.

Требования к оформлению презентаций

В оформлении презентаций выделяют два блока: оформление слайдов и представление информации на них. Для создания качественной презентации необходимо соблюдать ряд требований, предъявляемых к оформлению данных блоков.

1. Оформление слайдов.

1.1. Стиль:

- соблюдайте единый стиль оформления;
- избегайте стилей, которые будут отвлекать от самой презентации;
- вспомогательная информация (управляющие кнопки) не должны преобладать над основной информацией (текстом, иллюстрациями).

1.2. Фон. Для фона предпочтительны холодные тона.

1.3. Использование цвета:

- на одном слайде рекомендуется использовать не более трех цветов: один для фона, один для заголовка, один для текста;
- для фона и текста используйте контрастные цвета;

- обратите внимание на цвет гиперссылок (до и после использования).

1.4. Анимационные эффекты:

- используйте возможности компьютерной анимации для представления информации на слайде;
- не стоит злоупотреблять различными анимационными эффектами, они не должны отвлекать внимание от содержания информации на слайде.

2. Представление информации.

2.1. Содержание информации:

- используйте короткие слова и предложения;
- минимизируйте количество предлогов, наречий, прилагательных;
- заголовки должны привлекать внимание аудитории;
- в описании технологических процессов **не должно быть слайдов без иллюстраций**.

2.2. Расположение информации на странице:

- предпочтительно горизонтальное расположение информации;
- наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана;
- если на слайде располагается картинка, надпись должна располагаться под ней.

2.3. Шрифты:

- для заголовков – не менее 24;
- для информации - не менее 18;
- шрифты без засечек легче читать с большого расстояния;
- нельзя смешивать разные типы шрифтов в одной презентации;
- для выделения информации следует использовать жирный шрифт, курсив или подчеркивание;
- нельзя злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже строчных).

2.4. Способы выделения информации:

Следует использовать:

- рамки; границы, заливку;
- штриховку, стрелки;

- рисунки, диаграммы, схемы для иллюстрации наиболее важных фактов.

2.5. Объем информации:

- не стоит заполнять один слайд слишком большим объемом информации: люди могут одновременно запомнить не более трех фактов, выводов, определений;

- наибольшая эффективность достигается тогда, когда ключевые пункты отображаются по одному на каждом отдельном слайде.

2.6. Виды слайдов.

Для обеспечения разнообразия следует использовать разные виды слайдов:

- с текстом;

- с таблицами;

- с диаграммами.

6. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ПЛАНУ ЗАОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ

Практическое занятие № 1-2

Изучение комплектной установки для наладочных работ на электрической подстанции

Практическое занятие № 3

Изучение комплектной установки для наладочных работ на линиях электропередачи

Практическое занятие № 4-5

Изучение конструкции высоковольтной испытательной установки

Практическое занятие № 6

Изучение конструкции приборов для измерения сопротивления изоляции

Практическое занятие № 7-8

Проверка исправности приборов для наладочных работ

7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основные источники:

1. Устройство и техническое обслуживание контактной сети [Текст]: учеб.пособие/В.Е. Чекулаев и др.; под ред. А.А. Федотова. – М.: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2014. – 436 с.

Дополнительные источники:

2. Технологические карты на работы по техническому содержанию и ремонту устройств контактной сети и воздушных линий электропередачи электрифицированных железных дорог [Текст]: Книга II. Техническое обслуживание и текущий ремонт – переработаны и дополнены новыми технологическими картами. – М.: Трансиздат, 2012.

3. Технологические карты на текущий ремонт оборудования тяговых и трансформаторных подстанций железных дорог ЦЭ МПС России [Текст]: - М.: Трансиздат, 2002.

4. Правила содержания тяговых подстанций, трансформаторных подстанций и линейных устройств системы тягового электроснабжения [Электронный ресурс]: Утв. Распоряжением ОАО «РЖД» № 1578р от 5.08.2016.

5. Правила содержания контактной сети, питающих линий, отсасывающих линий, шунтирующих линий и линий электропередачи [Электронный ресурс]: Утверждены распоряжением ОАО «РЖД» от 25 апреля 2016 г. № 753р.

6. Технологические карты на работы по содержанию и ремонту устройств контактной сети электрифицированных железных дорог [Текст]: Книга III: Техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонт линейных устройств нетягового электроснабжения на опорах контактной сети и самостоятельных опорах на обходах – переработаны и дополнены новыми технологическими картами. – М.: Трансиздат, 2012.

7. Правила устройства электроустановок [Текст]: – М.: КНОРУС, 2011. – 488 с.

8. Безопасность при производстве работ на контактной сети и воздушных линиях электропередачи [Текст]: Иллюстрированное пособие. ОАО «РЖД», Центральная дирекция инфраструктуры – филиал ОАО «РЖД», Управление электрификации и электроснабжения. – М.: «ТРАНСИЗДАТ», 2012.
 9. Инструкция по безопасности для электромонтеров контактной сети [Текст]: № 104. – М.: «ТЕХИНФОРМ», 2011.
 10. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок [Текст]: Утв. Пр.№328н от 24.07.2013г. – Новосибирск: Норматика, 2014. – 96 с.
 11. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей [Текст]: Госэнергонадзор Минэнерго России. СПб.: ООО «БАРС», 2003.
 12. Правила безопасности при эксплуатации контактной сети и устройств электроснабжения автоблокировки железных дорог. Департамент электрификации и электроснабжения ОАО «РЖД» [Текст]: Утв.Пр.№103 от 16.12.2010 г. – М.: «ТЕХИНФОРМ», 2011.
 13. Правила технической эксплуатации железнодорожного транспорта Российской Федерации [Текст]: утв. приказом Минтранса РФ от 12.08.2011 г. № 286 (с изменениями в ред. от 30.03.2015 г.).
 14. Правила электробезопасности для работников ОАО «РЖД» при обслуживании устройств и сооружений контактной сети и линий электропередачи [Текст]: № 699р от 19.04.2016 г.
 15. Инструкция от 18.03.2008 г. № 4054. «Инструкция по безопасности при эксплуатации электроустановок тяговых подстанций и районов электроснабжения железных дорог» [Текст]: (4054) М.: ОАО «РЖД», 2008.
 16. Дубинский Г.Н., Левин Л.Г. Наладка устройств электроснабжения выше 1000 В [Текст]: Издание 2-е, переработанное и дополненное. – М.: СОЛОН-Пресс, 2014. – 538 с.: ил.
- Учебные иллюстрированные пособия**
17. Соколов Н.Л. Альбом плакатов: Контактная сеть [Текст]: - М.: Маршрут, 2003.

18. Почаевец В.С. Электрооборудование и аппаратура электрических подстанций [Текст]: Иллюстрированное учебное пособие (альбом). М.: УМК МПС России, 2002.